

DIALOG(R)File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03978213 **Image available**
ZOOM LENS

PUB. NO.: 04-343313 [J P 4343313 A]
PUBLISHED: November 30, 1992 (19921130)
INVENTOR(s): NAKAMURA AKIRA
APPLICANT(s): SONY CORP [000218] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 03-116150 [JP 91116150]
FILED: May 21, 1991 (19910521)
INTL CLASS: [5] G02B-015/16; G02B-013/18
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)
JOURNAL: Section: P, Section No. 1523, Vol. 17, No. 197, Pg. 35, April
 16, 1993 (19930416)

ABSTRACT

PURPOSE: To make a fourth group small in size and light in weight, in the zoom lens of a rear focus system, which is constituted of four groups, executes variable power by moving a second group, and executes a compensation of the image movement at the time of variable power, and focusing by moving a fourth group.

CONSTITUTION: A fourth lens group 4 is constituted of two pieces of lenses joined or separated each other, consisting of a negative meniscus lens 41 whose convex face is turned to an object side and a positive lens 42 in order from the object side, and at least one piece of lens in these two pieces of lenses is formed by an organic material.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開 号

特開平4-343313

(43) 公開日 平成4年(1992)11月30日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 15/16		8106-2K		
13/18		8106-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願平3-116150

(22) 出願日 平成3年(1991)5月21日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 中村 明

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

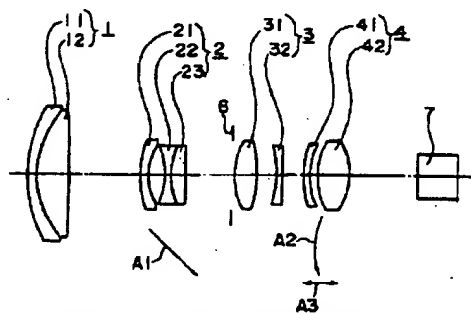
(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 4群構成で第2群を動かして変倍を行い、第4群を動かして変倍の後の像面移動の補償及び合焦を行うリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、第4群を小型化及び軽量化する。

【構成】 第4レンズ群4を物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ41と正レンズ42とよりなる互いに接合又は分離された2枚のレンズより構成し、これら2枚のレンズの内の少なくとも1枚のレンズを有機材料で形成する。



本発明の一実施例の光学系の基本構成

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力を持つ第2レンズ群、正の屈折力を持つ第3レンズ群及び正の屈折力を持つ第4レンズ群を有し、上記第1レンズ群及び第3レンズ群を固定とし、上記第2レンズ群を移動させて変倍を行い、上記第4レンズ群を移動させて変倍に伴う像面移動補償及び合焦を行うようにした4群構成のリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、上記第4レンズ群を物体側より順に物体側に凸面に向けた負メニスカスレンズと正レンズとよりなる互いに接合又は分離された2枚のレンズより構成し、該2枚のレンズの内の少なくとも1枚のレンズを有機材料で形成するようにしたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 請求項1記載のズームレンズにおいて、上記第4レンズ群を構成する2枚のレンズを共に有機材料より形成し、 d 線の屈折率を N_d 、屈折率の温度勾配を dN_d/dT 、 α を線膨張率として有機材料の温度パラメータを次の式で表した場合に、

$$\nu T = \left(\frac{\frac{dN_d}{dT}}{N_d - 1} - \alpha \right)^{-1}$$

上記第4レンズ群を構成する2枚のレンズの内の負メニスカスレンズを形成する有機材料の温度パラメータの絶対値が上記2枚のレンズの内の正レンズを形成する有機材料の温度パラメータの絶対値よりも小さくなるように材料の選択をしたズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばステルカメラ又はビデオカメラ等に使用して好適な高変倍比のリアフォーカス方式のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ステルカメラ又はビデオカメラ用のズームレンズとして、正負正正の4群構成で1群が合焦作用、2群が変倍作用、3群が変倍に伴う像面移動補償作用を行うズームレンズが知られている。しかしながら、このようなフロントフォーカス方式で且つ可動群が3個のズームレンズでは、機械的なカム構造が必要になりズームレンズシステムとしての全体構成が複雑である上に、合焦時における軸外光線の取り扱いに対する配慮が必要で、近接撮影が困難である。そこで、近年はリアフォーカス方式で且つ可動群が2個のズームレンズが主流になりつつある。

【0003】 そのリアフォーカス方式で且つ可動群が2個のズームレンズは、例えば特開昭62-24213号公報、特開昭63-123009号公報に開示されているように、物体側より順に正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力を持つ第2レンズ群、正の屈折力を持つ

2

第3レンズ群及び正の屈折力を持つ第4レンズ群を有し、それら第1レンズ群及び第3レンズ群を固定とし、その第2レンズ群を移動させて変倍を行い、その第4レンズ群を移動させて変倍に伴う像面移動補償及び合焦を行うようにした正負正正の4群構成のズームレンズである。このような構成により上述の不都合が解消されただけでなく、特に合焦のためのレンズ群が小型軽量化された点に留意すべきである。

【0004】 ここで、その第4群の軽量化について、合焦作用及び変倍に伴う像面移動補償作用の双方の観点から見直してみると、ズームレンズシステムについては近年自動化及び電子化が大幅に進んでいるが、光学的性能の維持は当然のこととして更に変倍を高速化して自動合焦（オートフォーカス）を高度化することが要求されている。それに加えて、ズームレンズシステムとして単にレンズ系を小型化するのみでなく、可動レンズ群の駆動系に対する負荷を軽減させることにより、その駆動系を含めたシステム全体としての小型化が求められている。また、レンズ系を小型化して駆動系に対する負荷を軽減させることは、消費電力を低減してバッテリーを小型軽量化できることをも意味するが、これは電子回路を含めたシステム全体の小型軽量化にとって大きな利点となる。即ち、合焦作用及び変倍に伴う像面移動補償作用を行う第4群の小型軽量化は、システム全体の小型軽量化に大きく寄与すると共に、応答速度が向上して自動合焦がより高速に行えるなど多くの利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 このように、第4群を小型軽量化することには多くの利点があるにも拘らず、従来の4群構成のリアフォーカス方式のズームレンズにおいては第4群は何れも光学ガラスより構成され、特にその第4群を軽量化したレンズ系は提案されていない。

【0006】 本発明は斯かる点に鑑み、そのような4群構成でリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、第4群を小型化及び軽量化することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による第1のズームレンズは、例えば図1に示す如く、物体側より順に正の屈折力を持つ第1レンズ群（1）、負の屈折力を持つ第2レンズ群（2）、正の屈折力を持つ第3レンズ群（3）及び正の屈折力を持つ第4レンズ群（4）を有し、それら第1レンズ群（1）及び第3レンズ群（3）を固定とし、その第2レンズ群（2）を移動させて変倍を行い、その第4レンズ群（4）を移動させて変倍に伴う像面移動補償及び合焦を行うようにした4群構成のリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、その第4レンズ群（4）を物体側より順に物体側に凸面に向けた負メニスカスレンズ（41）と正レンズ（42）とよりなる互いに接合又は分離された2枚のレンズより構成し、これら2枚のレンズの内の少なくとも1枚のレンズを有

3

機材料で形成するようにしたものである。

【0008】本発明による第2のズームレンズは、その第1のズームレンズにおいて、その第4レンズ群(4)を構成する2枚のレンズを共に有機材料より形成し、 d 線の屈折率を Nd 、屈折率の温度勾配を dNd/dT 、 α を線膨張率として有機材料の温度パラメータを次の式で表した場合に、

$$\nu T = \left(\frac{\frac{dNd}{dT}}{Nd-1} - \alpha \right)^{-1}$$

その第4レンズ群(4)を構成する2枚のレンズの内の負メニスカスレンズ(41)を形成する有機材料の温度パラメータの絶対値がその2枚のレンズの内の正レンズ(42)を形成する有機材料の温度パラメータの絶対値よりも小さくなるように材料の選択をしたものである。

【0009】

【作用】斯かる本発明による第1のズームレンズによれば、第4レンズ群(4)が物体側に凸の負メニスカスレンズ(41)と正レンズ(42)とより構成されているが、それら2枚のレンズにより色収差等をも良好に補正できると共に、物体側に凸の負メニスカスレンズと正レンズとを組み合わせた場合には実質的に1枚の正レンズに近い形状となり、光学的特性を良好に維持しつつその第4レンズ群(4)を小型化することができる。更に、それら2枚のレンズの内の少なくとも1枚が有機材料で構成されているので、レンズ系が軽量化される。

【0010】また、有機材料は光学ガラスに比べて温度特性が悪く、温度変化によりその第4レンズ群(4)の焦点距離が変化する虞があるが、その第4レンズ群(4)は変倍時及び合焦時に動くものであるため、仮に焦点距離が変化してもその変化分を打ち消すようにその第4レンズ群(4)を動かすことにより対応することができる。

【0011】また、本発明による第2のズームレンズによれば、各面のパワー(焦点距離の逆数)を対応する温度パラメータで除した値の和が略全体のレンズ系の焦点距離の温度特性になる。また、本例の第4レンズ群(4)は全体として屈折力が正であるため、その第4レンズ群(4)の負メニスカスレンズ(41)のパワーの絶対値は正レンズ(42)のパワーよりも小さい。従って、その負メニスカスレンズ(41)の温度パラメータの絶対値がその正レンズ(42)の温度パラメータの絶対値よりも小さくなるように材料を選択することにより、その第4レンズ群(4)の焦点距離の温度による変化率を小さくすることができる。

【0012】

【実施例】以下、本発明によるズームレンズの一実施例につき図面を参照して説明しよう。図1は、本発明の一実施例のズームレンズの光学系の基本構成を示し、この

4

図1において、物体側から像側に順に正の屈折力を持つ固定の第1レンズ群1、負の屈折力を持つバリエータとしての第2レンズ群2、正の屈折力を持つ固定の第3レンズ群3及び正の屈折力を持つコンベンセータとしての第4レンズ群4を配する。矢印A1~A3のそのズームレンズの光軸に垂直な成分及び平行な成分がそれぞれ倍率の差及びレンズ群の動きに対応するものとする。第2レンズ群2が矢印A1に対応して移動することにより変倍が行われ、第4レンズ群4が矢印A2及びA3に対応して移動することによりそれぞれ変倍に伴う像面変動の補正及び合焦が行われる。即ち、本例は正負正正の4群構成でリアフォーカス方式のズームレンズである。

【0013】また、第2レンズ群2と第3レンズ群3との間に絞り6を配し(ただし、絞り6の位置はこれ以外でもよい)、第4レンズ群4と像面との間に光学的ローパスフィルタとしてのガラスブロック7を配する。更に、その第1レンズ群1は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ11と正レンズ12とより構成し、その第2レンズ群2は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ21と負レンズ22とそれに接合された正レンズ23とより構成し、その第3レンズ群3は正レンズ31と負レンズ32とより構成し、その第4レンズ群4は物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ41とそれに接合又は分離された(図1では分離されている)正レンズ42とより構成する。

【0014】このように本例の第4レンズ群4は2枚のレンズより構成されているので、色収差等の補正を良好に行うことができる。更に、その負メニスカスレンズ41の凹部にその正レンズ42の凸部が収まる形となりそれら2枚のレンズ系は全体で1枚のレンズ程度の厚さにすることができるため、本例の第4レンズ群4はきわめて小型化することができ、ひいてはズームレンズ全体を小型化することができる。

【0015】また、本例ではその第4レンズ群4の2枚のレンズの材料としては、2枚とも合成樹脂にするか、又は一方を合成樹脂にして他方を光学ガラスにするように選択する。合成樹脂としては、例えば光透過性があり比較的安定なアクリル樹脂(例えばpolymethylmethacrylate:PMMA)、ポリ塩化ビニル(polyvinyl chloride:PVC)、ポリカーボネート(polycarbonate:PC)、スチレン樹脂(例えばstyrene-acrylonitrile resin:SAN)又はポリスチレン成形材料(例えばpolystyrene:PS)等を使用することができる。ただし、その合成樹脂の代わりに他の有機材料を使用してもよい。一般的に硝材として用いられる光学ガラスの比重は略2.2~6.1の範囲内にあり、合成樹脂の場合には一般的にその比重は略1.05~1.4の範囲内にあり、例えば合成樹脂として光ディスク等で最も広く用いられているアクリル樹脂のPMMAの比重は略1.19である。従って、本例のように材料として合成樹脂を使用す

ることにより第4レンズ群4を軽量化することができる。

【0016】更に、合成樹脂を材料とするプラスチックレンズは金型等を用いた成形加工により大量生産が可能であり製造コストを低減することができる。また、軽量化を目的とする以上レンズの厚さはできるだけ薄くする必要があり、本例では負メニスカスレンズ41に比べて正レンズ42の方が厚いので、例えば少なくともその正レンズ42を合成樹脂で形成することにより軽量化を図ることができる。また、一般に合成樹脂を選定する際10に留意すべき事項は、色収差、温度変化による屈折率変化及び熱膨張から生ずる焦点距離変化である。色収差を良好に補正するためには、負メニスカスレンズ41としてはアッベ数が比較的小さい材料が望まれ、正レンズ42としてはアッベ数が比較的大きい材料が望まれる。従って、d線に対するアッベ数を ν_d とすると、それら2枚のレンズを共に合成樹脂より形成する場合には、負メニスカスレンズ41の材料としてポリカーボネート($\nu_d=31$)、スチレン樹脂のSAN($\nu_d=35$)又はポリスチレン成形材料のPSt($\nu_d=31$)等を使用20して正レンズ42としてアクリル樹脂のPMMA($\nu_d=57$)等を使用する組合せが望ましい。

【0017】次に、合成樹脂で形成したレンズの温度による焦点距離の変化について検討するに、上述の色収差で用いられるアッベ数 ν_d と同様に、温度Tの関数である温度パラメータ ν_T を次の数1で定義する。

【数1】

$$\nu_T = \left(\frac{\frac{dN_d}{dT}}{N_d - 1} - \alpha \right)^{-1}$$

この数1において、 N_d はd線での屈折率、 dN_d/dT は屈折率の温度勾配、 α は線膨張率である。この温度パラメータ ν_T については、Lee, R. Estell: "THIRD ORDER THEORY OF THERMALLY CONTROLLED PLASTIC AND GLASS TRIPLETS", SPIE Vol. 237, 1980, INTERNATIONAL LENS DESIGN CONFERENCE, P. 392において開示されている。具体的に ν_T の値は、アクリル樹脂のPMMAで-4110.7、ポリカーボネートで-4493.5、ポリスチレン成形材料のPStで-3657.8である。

【0018】また、焦点距離をFとして温度による焦点距離の変化 dF/dT は次の式で表すことができる。

【数2】

$$\frac{dF}{dT} = - (2F^*)^2 \sum_{i=1}^r \frac{y_i^2 \phi_i}{(\nu_T)_i}$$

この数2において、 F^* はレンズ系のF値、 y_i はi面の近軸軸上周辺光線高、 ϕ_i はi面のパワー(焦点距離の逆数)、 $(\nu_T)_i$ はi面の温度パラメータであり、この数2より温度パラメータ ν_T が小さい程に温度によ

る焦点距離の変化が大きい傾向があることが分かる。

【0019】また、数2は軸上色収差を表す計算式と同じ形であると共に、合成樹脂間の温度パラメータ ν_T のばらつきはそれ程大きくないため、温度による焦点距離の変化を0にするのは2枚のレンズ構成では不可能である。しかしながら、本例のズームレンズの第4レンズ群4は全体としての屈折力が正であり、負メニスカスレンズ41のパワーの絶対値よりも正レンズ42のパワーの方が大きい。従って、それら2枚のレンズを共に合成樹脂で形成する場合には、負メニスカスレンズ41の温度パラメータの絶対値よりも正レンズ42の温度パラメータの絶対値が大きくなるように材料を選択することにより、数2より計算される dF/dT の絶対値をより0に近づけて、温度による焦点距離の変化を最小にすることができる。この場合には、更にその負メニスカスレンズ41のアッベ数よりもその正レンズ42のアッベ数の方が大きくなるように材料を選択することにより、色収差をも最小にすることができる。このように dF/dT の絶対値と色収差の双方を小さくするには、例えば負メニスカスレンズ41としてポリスチレン成形材料のPSt($\nu_d=31$ 、 $\nu_T=-3657.8$)を使用し、正レンズ42としてはアクリル樹脂のPMMA($\nu_d=57$ 、 $\nu_T=-4110.7$)を使用する組合せが考えら20れる。

【0020】具体的に光学ガラスの温度パラメータ ν_T を ∞ として、後述の数値実施例中の第1実施例～第3実施例の広角ポジションにおいて数2より dF/dT を計算した結果を次に示す。なお、後述の第4実施例～第6実施例については、第4レンズ群の2枚のレンズが接合されているため、数2はそのままでは適用できない。

第1実施例 3.7 [$\mu\text{m}/\text{deg}$]

第2実施例 -0.7 [$\mu\text{m}/\text{deg}$]

第3実施例 5.4 [$\mu\text{m}/\text{deg}$]

【0021】従って、本例では合成樹脂の採用により1degの温度変化で焦点距離が数 μm 変化する虞があることになる。しかしながら、本例のズームレンズでは第4レンズ群が合焦作用を行うべく可動であるため、その焦点距離の温度変化は吸収できるものと考えられる。これは光ディスク再生装置に使用されているプラスチック対物レンズにおいて温度特性が実用上問題となっていないのと同様である。ただし、ズーム時の第4レンズ群の追従性(ズームトラッキング)の温度特性が問題となる虞はあるが、その場合には重量及び温度特性の双方より合成樹脂の材質を選択する必要がある。

【0022】また、合成樹脂は成形加工が容易且つ高精度にできるため、容易に高精度な非球面を形成することができる。そこで、本例では非球面を使用しているが、ズームレンズとしての仕様が厳しくないときには敢えて非球面を使用するまでもない。本例では、Kを円錐定数、yを光軸からの高さ、Zを光軸からの高さyにお

7

る非球面上の点の非球面頂点の接平面からの距離、Rを近軸曲率半径、AD、AE、AF、AGを夫々4次～10次の非球面係数として、その非球面形状を次のように表す。

【数3】

$$Z = \frac{y^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (K+1) Y^2 / R^2}} + AD \cdot y^4 + AE \cdot y^6 + AF \cdot y^8 + AG \cdot y^{10}$$

【0023】次に本発明の複数の数値実施例のレンズデータ、非球面データ及び可変データをそれぞれ示す。各数値実施例のレンズデータにおいては、物体側から像面側に順に1番目(1=1, 2, 3, ...)の面の曲率半径及び1番目の面と(1+1)番目の面との面間隔を夫々R1及びD1とする。また、その1番目の面と(1+1)番目の面との間の媒質のd線の屈折率及びアッペ数を夫々N1及びν1として、その媒質が空気の場合のN1及びν1は空欄とした。レンズデータにおいて、*を付した面は非球面であり、この面の曲率半径Rは近軸曲率半径を意味する。一方、各数値実施例の非球面データにおいて、Kは左欄に記載された面の円錐定数、AD、

A. レンズデータ

	1	R 1	D 1	N 1	ν 1
	1	25.42	1.71	1.805	25.5
	2	17.95	6.86	1.589	61.3
	*3	-151.99	0.43 (可変)		
	4	21.02	1.14	1.834	37.2
	5	9.27	3.92		
	6	-12.32	1.14	1.697	48.5
	7	11.69	3.29	1.847	23.8
	8	∞	24.00 (可変)		
	9	∞ (絞り)	0.57		
	*10	15.08	4.29	1.589	61.3
	*11	-21.86	4.01		
	12	-24.16	1.14	1.847	23.8
	13	83.03	7.73 (可変)		
	*14	20.59	1.14	1.586	31(PC)
	15	11.41	1.82		
	*16	13.60	6.43	1.492	57(PMMA)
	*17	-13.41	10.63 (可変)		
	18	∞	8.29	1.517	64.2
	19	∞			

【0027】

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.567×10^{-8}	-0.385×10^{-8}	-0.966×10^{-11}	0.301×10^{-13}
10面	0	-0.106×10^{-8}	-0.285×10^{-8}	-0.196×10^{-9}	0.144×10^{-9}
11面	0	0.656×10^{-8}	-0.143×10^{-8}	-0.397×10^{-9}	0.144×10^{-9}

8

～10次の非球面係数であり、これらの円錐定数及び非球面係数を数3に代入することにより非球面形状が定まる。

【0024】また、全ての数値実施例において共通に、ズームレンズの全体の焦点距離fは10～60mm、F値は2.1～2.8、半面角ωは23.2～4.1°である。また、広角ポジション(f=10.0)、中間ポジション(f=30.3)及び望遠ポジション(f=60.0)における可変の間隔D1の値を可変データとして示す。

10

【0025】【第1実施例】本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを分離して配し、これら2枚のレンズを共に合成樹脂より形成したものである。そして、負メニスカスレンズ41の材質はポリカーボネート(PC)、正レンズ42の材質はアクリル樹脂のPMMAとして、上記の数2による焦点距離の温度変化が最小となるようにしている。この例のレンズ構成図を図2に示し、広角ポジション(f=10.0)、中間ポジション(f=30.3)及び望遠ポジション(f=60.0)における収差図をそれぞれ図3～図5に示す。

【0026】

(6)

特開平4-343313

	9			10
14面	0	-0.390×10^{-4}	0	0
16面	0	-0.438×10^{-4}	0	0
17面	0	0.457×10^{-4}	0	0

【0028】

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	0.43	14.83	20.95
D8	24.00	9.59	3.48
D13	7.73	4.42	8.16
D17	10.63	13.94	10.20

【0029】【第2実施例】本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを分離して配し、負メニスカスレンズ41を合成樹脂（具体的にはポリカーボネート（PC））より形成し、正レンズ42を光学ガラスより形成したものである。こ*

*の例のレンズ構成図を図6に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における縦収差図をそれぞれ図7～図9に示す。

【0030】

A. レンズデータ

	R1	D1	N1	$\nu 1$
1	26.62	1.71	1.805	25.5
2	18.76	6.86	1.589	61.3
*3	-148.01	1.60 (可変)		
4	36.74	1.14	1.834	37.2
5	10.27	3.92		
6	-12.51	1.14	1.697	48.5
7	13.86	3.29	1.847	23.8
8	-83.08	22.11 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	14.98	4.29	1.589	61.3
*11	-25.69	5.31		
12	-23.71	1.14	1.847	23.8
13	43.96	7.77 (可変)		
*14	17.44	1.14	1.586	31 (PC)
15	13.24	0.97		
*16	13.50	6.43	1.517	64.2
*17	-14.80	10.86 (可変)		
18	∞	8.29	1.517	64.2

19 ∞

【0031】

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.494×10^{-5}	-0.286×10^{-8}	-0.778×10^{-11}	0.209×10^{-13}
10面	0	-0.105×10^{-4}	-0.238×10^{-6}	-0.282×10^{-9}	0.238×10^{-9}
11面	0	0.587×10^{-4}	-0.146×10^{-6}	-0.327×10^{-9}	0.277×10^{-9}
14面	0	-0.252×10^{-4}	0	0	0
16面	0	-0.526×10^{-4}	0	0	0
17面	0	0.717×10^{-4}	0	0	0

【0032】

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	1.60	15.88	22.85
D8	22.11	7.83	0.86
D13	7.77	4.11	7.91

11

12

D17 10.86 14.51 10.72

【0033】 [第3実施例] 本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを分離して配し、負メニスカスレンズ41を光学ガラスより形成し、正レンズ42を合成樹脂（具体的にはアクリル樹脂のPMMA）より形成したものである。この*

*例のレンズ構成図を図10に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における収差図をそれぞれ図11～図13に示す。

【0034】

A. レンズデータ

1	R1	D1	N1	$\nu 1$
1	27.61	1.71	1.805	25.5
2	19.45	6.86	1.589	61.3
*3	-153.09	0.91 (可変)		
4	33.16	1.14	1.834	37.2
5	10.68	3.92		
6	-13.10	1.14	1.697	48.5
7	14.09	3.29	1.847	23.8
8	-106.24	23.39 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	14.31	4.29	1.589	61.3
*11	-26.27	5.35		
12	-23.19	1.14	1.847	23.8
13	35.08	8.88 (可変)		
*14	13.56	1.14	1.689	31.1
15	10.51	0.14		
*16	10.35	6.43	1.492	57 (PMMA)
*17	-15.26	9.93 (可変)		
18	∞	8.29	1.517	64.2
19	∞			

【0035】

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.446×10^{-4}	-0.404×10^{-4}	0.499×10^{-11}	-0.920×10^{-14}
10面	0	-0.114×10^{-4}	-0.319×10^{-4}	0.440×10^{-4}	0.238×10^{-9}
11面	0	0.603×10^{-4}	-0.147×10^{-4}	0.222×10^{-4}	0.317×10^{-9}
14面	0	-0.874×10^{-4}	0	0	0
16面	0	-0.697×10^{-4}	0	0	0
17面	0	0.106×10^{-4}	0	0	0

【0036】

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	0.91	15.98	23.45
D8	23.39	8.32	0.86
D13	8.88	5.32	9.17
D17	9.93	13.49	9.64

【0037】 [第4実施例] 本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを接合し、負メニスカスレンズ41を合成樹脂（具体的にはポリカーボネート（PC））より形成し、正レンズ42を合成樹脂（具体的にはアクリル樹脂のPMMA）より形成したものである。この例のレンズ構成図を

図14に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における収差図をそれぞれ図15～図17に示す。

【0038】

A. レンズデータ

(8)

特開平4-343313

13

14

1	R 1	D 1	N 1	ν 1
1	27.48	1.71	1.805	25.5
2	19.24	6.86	1.589	61.3
*3	-156.54	1.89 (可変)		
4	38.88	1.14	1.834	37.2
5	10.50	3.92		
6	-12.50	1.14	1.697	48.5
7	14.37	3.29	1.847	23.8
8	-73.90	22.74 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	15.38	4.29	1.589	61.3
*11	-26.47	5.09		
12	-30.71	1.14	1.847	23.8
13	38.64	8.86 (可変)		
*14	14.07	1.14	1.586	31(PC)
*15	9.37	6.43	1.492	57(PMA)
16	-17.11	10.02 (可変)		
17	∞	8.29	1.517	64.2
18	∞			

[0039]

20

B. 非球面データ

K	AD	AE	AF	AG
3面 0	0.422×10^{-8}	-0.210×10^{-8}	-0.699×10^{-11}	0.160×10^{-13}
10面 0	-0.101×10^{-8}	-0.295×10^{-8}	0.246×10^{-8}	0.203×10^{-9}
11面 0	0.585×10^{-8}	-0.212×10^{-8}	0.833×10^{-8}	0.265×10^{-9}
14面 0	-0.397×10^{-8}	-0.930×10^{-8}	-0.102×10^{-8}	0.710×10^{-10}
15面 0	-0.461×10^{-8}	-0.118×10^{-8}	-0.623×10^{-8}	-0.711×10^{-10}
16面 0	0.107×10^{-8}	-0.547×10^{-8}	0.201×10^{-8}	0.112×10^{-9}

[0040]

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D 3	1.89	16.64	23.92
D 8	22.74	7.99	0.71
D 13	8.86	4.95	8.15
D 16	10.02	13.93	10.74

[0041] 【第5実施例】本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを接合し、負メニスカスレンズ41を合成樹脂（具体的にはポリカーボネート（PC））より形成し、正レンズ42を光学ガラスより形成したものである。この例の

レンズ構成図を図18に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における縦収差図をそれぞれ図19～図21に示す。

40 [0042]

A. レンズデータ

1	R 1	D 1	N 1	ν 1
1	27.55	1.71	1.805	25.5
2	19.33	6.86	1.589	61.3
*3	-168.61	1.38 (可変)		
4	46.68	1.14	1.834	37.2
5	11.20	3.92		
6	-13.16	1.14	1.697	48.5
7	15.50	3.29	1.847	23.8
8	-68.40	23.24 (可変)		

(9)

特開平4-343313

15				16
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	16.28	4.29	1.589	61.3
*11	-34.23	5.38		
12	-41.79	1.14	1.847	23.8
13	47.63	8.43 (可変)		
*14	18.43	1.14	1.586	31(PC)
15	10.30	6.43	1.589	61.3
*16	-23.21	10.17 (可変)		
17	∞	8.29	1.517	64.2
18	∞			

[0043]

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.398×10^{-8}	-0.146×10^{-8}	-0.113×10^{-10}	0.283×10^{-10}
10面	0	0.915×10^{-8}	-0.229×10^{-8}	0.724×10^{-8}	0.185×10^{-8}
11面	0	0.649×10^{-8}	-0.589×10^{-7}	0.192×10^{-8}	0.325×10^{-8}
14面	0	-0.212×10^{-8}	0.524×10^{-7}	-0.258×10^{-8}	0.732×10^{-10}
16面	0	0.680×10^{-8}	-0.104×10^{-7}	-0.230×10^{-8}	0.860×10^{-10}

[0044]

C. 可変データ

	f=10.0	f=30.3	f=60.0
D3	1.38	16.79	24.20
D8	23.24	7.84	0.43
D13	8.43	5.04	8.62
D16	10.17	13.57	9.98

[0045] [第6実施例] 本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを接合し、負メニスカスレンズ41を光学ガラスより形成し、正レンズ42を合成樹脂（具体的にはアクリル樹脂のPMMA）より形成したものである。この例のレ

ンズ構成図を図22に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における縦収差図をそれぞれ図23～図25に示す。

[0046]

A. レンズデータ

i	Ri	Di	Ni	ν_i
1	27.01	1.71	1.805	25.5
2	18.92	6.86	1.589	61.3
*3	-158.70	1.62 (可変)		
4	34.09	1.14	1.834	37.2
5	10.35	3.92		
6	-12.32	1.14	1.697	48.5
7	13.92	3.29	1.847	23.8
8	-89.72	22.14 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	16.78	4.29	1.589	61.3
*11	-27.46	5.66		
12	-19.43	1.14	1.847	23.8
13	642.89	8.28 (可変)		
*14	13.95	1.14	1.689	31.1
*15	9.32	6.43	1.492	57(PMMA)
*16	-15.55	10.91 (可変)		
17	∞	8.29	1.517	64.2
18	∞			

[0047]

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.441×10^{-6}	-0.220×10^{-6}	-0.925×10^{-11}	0.229×10^{-11}
10面	0	0.990×10^{-6}	-0.261×10^{-6}	0.532×10^{-6}	0.192×10^{-6}
11面	0	0.547×10^{-6}	-0.656×10^{-7}	0.336×10^{-6}	0.295×10^{-6}
14面	0	-0.469×10^{-6}	-0.133×10^{-6}	-0.207×10^{-6}	0.918×10^{-10}
15面	0	-0.627×10^{-6}	-0.164×10^{-6}	-0.943×10^{-6}	0.224×10^{-6}
16面	0	0.100×10^{-6}	0.216×10^{-6}	-0.255×10^{-6}	0.692×10^{-10}

[0048]

10

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	1.62	16.04	23.33
D8	22.14	7.72	0.43
D13	8.28	4.27	7.57
D16	10.91	14.92	11.62

【0049】なお、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

[0050]

【発明の効果】本発明によれば、第4レンズ群が2枚のレンズより構成され、負メニスカスレンズの凹部に正レンズの凸部が収まる形になるので、その第4レンズ群ひいてはズームレンズ全体が小型化される利益がある。また、それら2枚のレンズの内の少なくとも1枚が有機材料により形成されているので、その第4レンズ群ひいてはズームレンズ全体が軽量化される利益がある。この場合でも、2枚のレンズを有するので、色収差及び温度による焦点距離の変化を良好に補正することができると共に、有機材料は非球面の加工が容易であるため、球面収差をも良好に補正することができる。

【0051】また、その第4レンズ群は変倍時及び合焦時に動く部分であるため、この第4レンズ群が小型軽量化されることは、ズームレンズシステムの駆動部の小型化及び低消費電力化のみならず合焦時等における応答速度の高速化が達成されることをも意味する。

【0052】なお、有機材料は光学ガラスに比べて一般に温度特性が悪いが、その第4群を構成する2枚のレンズを共に有機材料より構成し、その2枚の内の負メニスカスレンズの温度パラメータの絶対値がその2枚の内の正レンズの温度パラメータの絶対値よりも小さくなるように有機材料の選択を行うようにした場合には、その第4レンズ群の焦点距離の温度特性をより安定化することができる利益がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるズームレンズの一実施例の光学系の基本構成を示すレンズ断面図である。

【図2】本発明の数値実施例の第1実施例のレンズ構成図である。

【図3】第1実施例の広角ポジションにおける縦収差図

であり、eはe線、FはF線、dはd線、Sはサジタル面、Tはタンジェンシャル面の収差曲線である。

【図4】第1実施例の中間ポジションにおける縦収差図である。

【図5】第1実施例の望遠ポジションにおける縦収差図である。

【図6】数値実施例における第2実施例のレンズ構成図である。

【図7】第2実施例の広角ポジションにおける縦収差図である。

【図8】第2実施例の中間ポジションにおける縦収差図である。

【図9】第2実施例の望遠ポジションにおける縦収差図である。

【図10】数値実施例における第3実施例のレンズ構成図である。

【図11】第3実施例の広角ポジションにおける縦収差図である。

【図12】第3実施例の中間ポジションにおける縦収差図である。

【図13】第3実施例の望遠ポジションにおける縦収差図である。

【図14】数値実施例における第4実施例のレンズ構成図である。

【図15】第4実施例の広角ポジションにおける縦収差図である。

【図16】第4実施例の中間ポジションにおける縦収差図である。

【図17】第4実施例の望遠ポジションにおける縦収差図である。

【図18】数値実施例における第5実施例のレンズ構成図である。

【図19】第5実施例の広角ポジションにおける縦収差図である。

19

【図20】第5実施例の中間ポジションにおける収収差図である。

【図21】第5実施例の望遠ポジションにおける収収差図である。

【図22】数値実施例における第6実施例のレンズ構成図である。

【図23】第6実施例の広角ポジションにおける収収差図である。

【図24】第6実施例の中間ポジションにおける収収差図である。

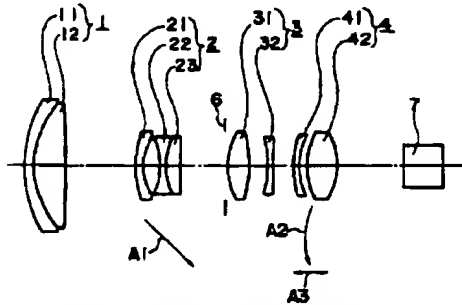
20

【図25】第6実施例の望遠ポジションにおける収収差図である。

【符号の説明】

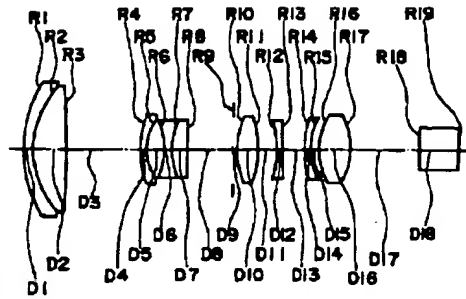
- 1 第1レンズ群
- 2 第2レンズ群
- 3 第3レンズ群
- 4 第4レンズ群
- 7 ガラスブロック
- 41 負メニスカスレンズ
- 42 正レンズ

【図1】



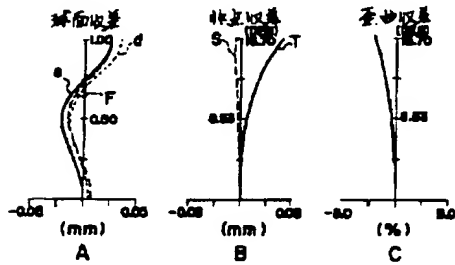
本発明の一実施例の光学系の基本構成

【図2】

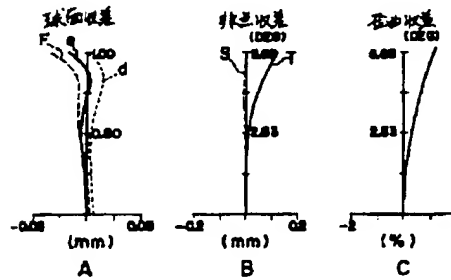


第1実施例のレンズ構成図

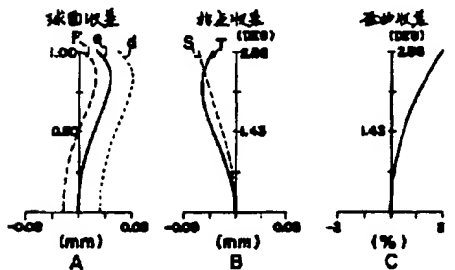
【図3】



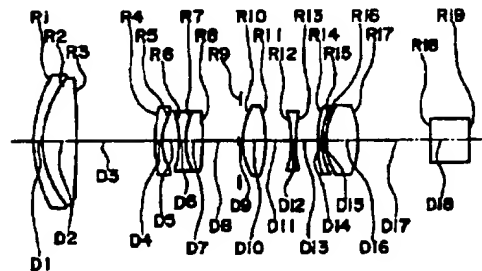
【図4】



【図5】

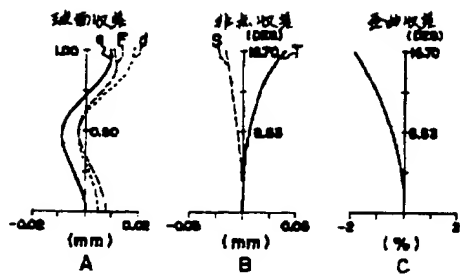


【図6】

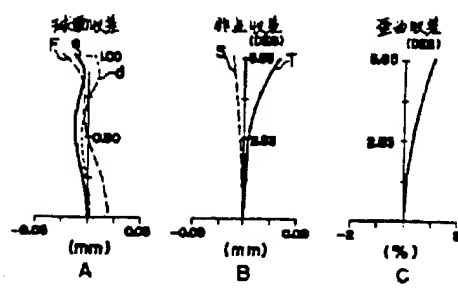


第2実施例のレンズ構成図

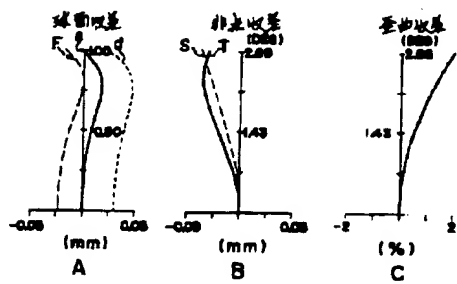
【図7】



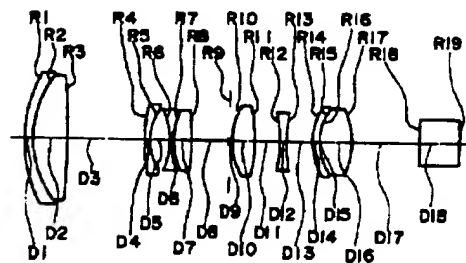
【図8】



【図9】

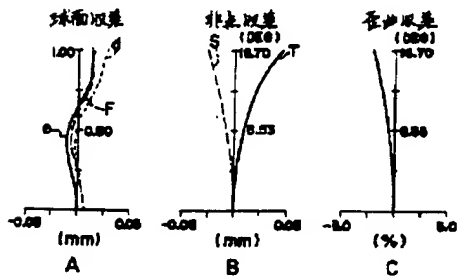


【図10】

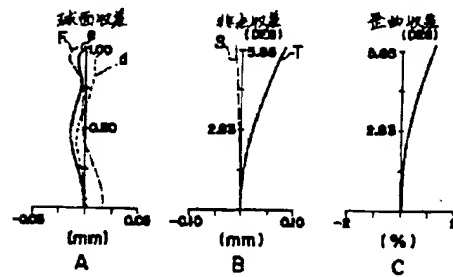


第3実施例のレンズ構成図

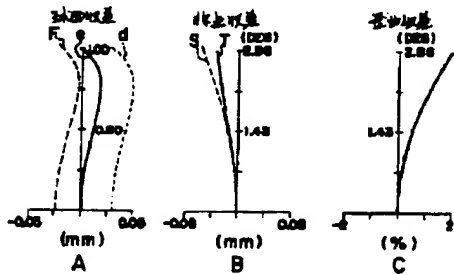
【図11】



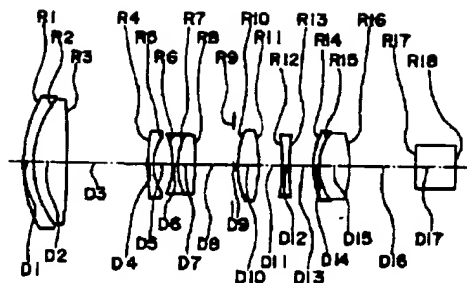
【図12】



【図13】

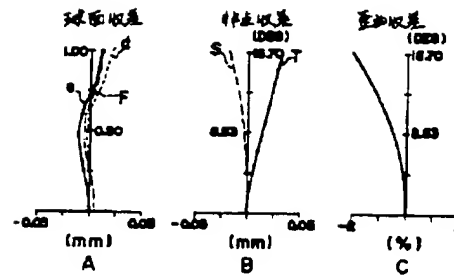


【図14】

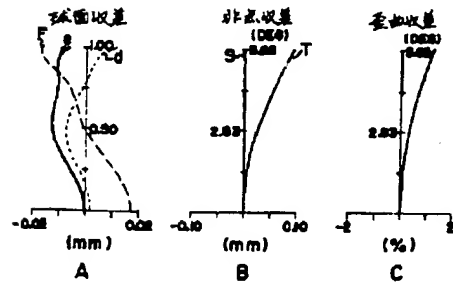


第4実施例のレンズ構成図

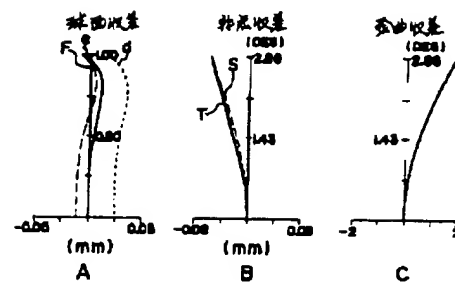
【図15】



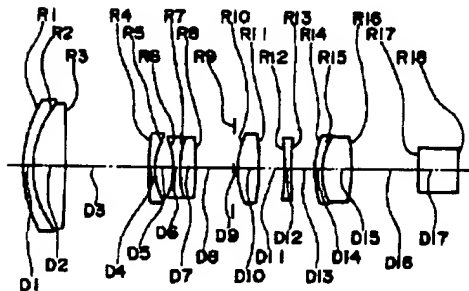
【図16】



【図17】

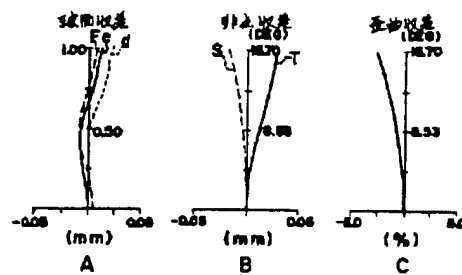


【図18】

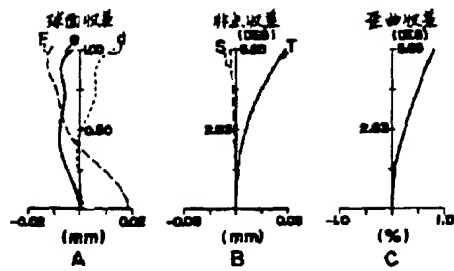


第5実施例のレンズ構成図

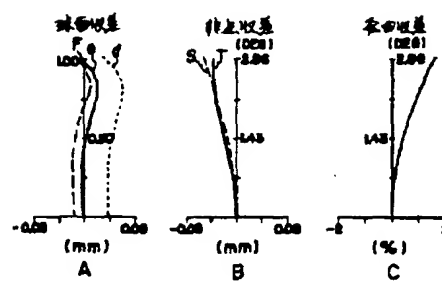
【図19】



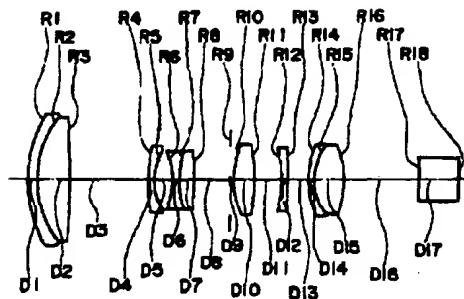
【図20】



【図21】

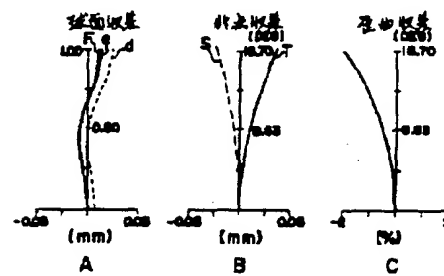


【図22】

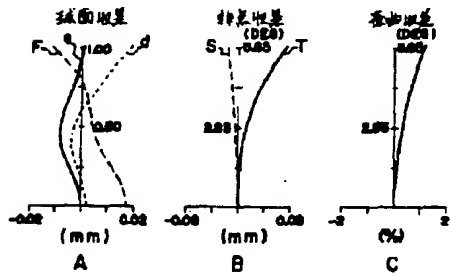


第6実施例のレンズ構成図

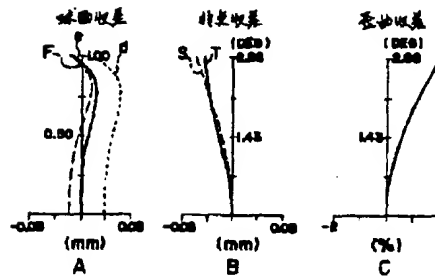
【図23】



【図24】



【図25】



【手続補正書】

【提出日】平成4年8月12日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【正内容】

【類名】明細書

【発明の名称】ズームレンズ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力を持つ第2レンズ群、正の屈折力を持つ第3レンズ群及び正の屈折力を持つ第4レンズ群を有し、上記第1レンズ群及び第3レンズ群を固定とし、上記第2レンズ群を移動させて変倍を行い、上記第4レ

レンズ群を移動させて変倍に伴う像面移動補償及び合焦を行うようにした4群構成のリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、上記第4レンズ群を物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正レンズとよりなる互いに接合又は分離された2枚のレンズより構成し、該2枚のレンズの内の少なくとも1枚のレンズを有機材料で形成するようにしたことを特徴とするズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばステルカメラ又はビデオカメラ等に使用して好適な高変倍比のリアフォーカス方式のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、ステルカメラ又はビデオカメラ用のズームレンズとして、正負正正の4群構成で1群が合焦作用、2群が変倍作用、3群が変倍に伴う像面移動補償作用を行うズームレンズが知られている。しかしながら、このようなフロントフォーカス方式で且つ可動群が3個のズームレンズでは、機械的なカム構造が必要になりズームレンズシステムとしての全体構成が複雑である上に、合焦時における軸外光線の取り扱いに対する配慮が必要で、近接撮影が困難である。そこで、近年はリアフォーカス方式で且つ可動群が2個のズームレンズが主流になりつつある。

【0003】そのリアフォーカス方式で且つ可動群が2個のズームレンズは、例えば特開昭62-24213号公報、特開昭63-123009号公報に開示されているように、物体側より順に正の屈折力を持つ第1レンズ群、負の屈折力を持つ第2レンズ群、正の屈折力を持つ第3レンズ群及び正の屈折力を持つ第4レンズ群を有し、それら第1レンズ群及び第3レンズ群を固定とし、その第2レンズ群を移動させて変倍を行い、その第4レンズ群を移動させて変倍に伴う像面移動補償及び合焦を行うようにした正負正正の4群構成のズームレンズである。このような構成により上述の不都合が解消されただけでなく、特に合焦のためのレンズ群が小型軽量化された点に留意すべきである。

【0004】ここで、その第4群の軽量化について、合焦作用及び変倍に伴う像面移動補償作用の双方の観点から見直してみると、ズームレンズシステムについては近年自動化及び電子化が大幅に進んでいるが、光学的性能の維持は当然のこととして更に変倍を高速化して自動合焦（オートフォーカス）を高速化するすることが要求されている。それに加えて、ズームレンズシステムとして単にレンズ系を小型化するのみでなく、可動レンズ群の駆動系に対する負荷を軽減させることにより、その駆動系を含めたシステム全体としての小型化が求められている。また、レンズ系を小型化して駆動系に対する負荷を軽減させることは、消費電力を低減してバッテリーを小

型軽量化できることをも意味し、システム全体の小型軽量化にとって大きな利点となる。即ち、合焦作用及び変倍に伴う像面移動補償作用を行う第4群の小型軽量化は、システム全体の小型軽量化に大きく寄与すると共に、応答速度が向上して自動合焦がより高速に行えるなど多くの利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように、第4群を小型軽量化することには多くの利点があるにも拘らず、従来の4群構成のリアフォーカス方式のズームレンズにおいては第4群は何れも光学ガラスより構成され、特にその第4群を軽量化したレンズ系は提案されていない。

【0006】本発明は斯かる点に鑑み、そのような4群構成でリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、第4群を小型化及び軽量化することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による第1のズームレンズは、例えば図1に示す如く、物体側より順に正の屈折力を持つ第1レンズ群（1）、負の屈折力を持つ第2レンズ群（2）、正の屈折力を持つ第3レンズ群（3）及び正の屈折力を持つ第4レンズ群（4）を有し、それら第1レンズ群（1）及び第3レンズ群（3）を固定とし、その第2レンズ群（2）を移動させて変倍を行い、その第4レンズ群（4）を移動させて変倍に伴う像面移動補償及び合焦を行うようにした4群構成のリアフォーカス方式のズームレンズにおいて、その第4レンズ群（4）を物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ（41）と正レンズ（42）とよりなる互いに接合又は分離された2枚のレンズより構成し、これら2枚のレンズの内の少なくとも1枚のレンズを有機材料で形成するようにしたものである。

【0008】

【作用】斯かる本発明による第1のズームレンズによれば、第4レンズ群（4）が物体側に凸の負メニスカスレンズ（41）と正レンズ（42）とより構成されているが、それら2枚のレンズにより色収差等をも良好に補正できると共に、物体側に凸の負メニスカスレンズと正レンズとを組み合わせる場合には光学的特性を良好に維持しつつその第4レンズ群（4）を小型化することができる。更に、それら2枚のレンズの内の少なくとも1枚が有機材料で構成されているので、レンズ系が軽量化される。

【0009】また、有機材料は光学ガラスに比べて温度特性が悪く、温度変化によりその第4レンズ群（4）の焦点距離が変化する虞があるが、その第4レンズ群（4）は変倍時及び合焦時に動くものであるため、仮に焦点距離が変化してもその変化分を打ち消すようにその第4レンズ群（4）を動かすことにより対応することができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明によるズームレンズの一実施例につき図面を参照して説明しよう。図1は、本発明の一実施例のズームレンズの光学系の基本構成を示し、この図1において、物体側から像側に順に正の屈折力を持つ固定の第1レンズ群1、負の屈折力を持つバリエータとしての第2レンズ群2、正の屈折力を持つ固定の第3レンズ群3及び正の屈折力を持つ変倍に伴う像面移動補償作用及び合焦を行う第4レンズ群4を配する。矢印A1～A3のそのズームレンズの光軸に垂直な成分及び平行な成分がそれぞれ倍率の差及びレンズ群の動きに対応するものとする。第2レンズ群2が矢印A1に対応して移動することにより変倍が行われ、第4レンズ群4が矢印A2及びA3に対応して移動することによりそれぞれ変倍に伴う像面変動の補正及び合焦が行われる。即ち、本例は正負正正の4群構成でリアフォーカス方式のズームレンズである。

【0011】また、第2レンズ群2と第3レンズ群3との間に絞り6を配し（ただし、絞り6の位置はこれ以外でもよい）、第4レンズ群4と像面との間に光学的ローパスフィルタとしてのガラスブロック7を配する。更に、その第1レンズ群1は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ11と正レンズ12とより構成し、その第2レンズ群2は物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ21と負レンズ22とそれに接合された正レンズ23とより構成し、その第3レンズ群3は正レンズ31と負レンズ32とより構成し、その第4レンズ群4は物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ41とそれに接合又は分離された（図1では分離されている）正レンズ42とより構成する。

【0012】このように本例の第4レンズ群4は2枚のレンズより構成されているので、色収差等の補正を良好に行うことができる。更に、その負メニスカスレンズ41の凹部にその正レンズ42の凸部が収まる形となりそれら2枚のレンズ系は全体で1枚のレンズ程度の厚さにすることができるため、本例の第4レンズ群4はきわめて小型化することができ、ひいてはズームレンズ全体を小型化することができる。

【0013】また、本例ではその第4レンズ群4の2枚のレンズの材料としては、2枚とも合成樹脂にするか、又は一方を合成樹脂にして他方を光学ガラスにするように選択する。合成樹脂としては、例えば光透過性があり比較的安定なアクリル樹脂（例えばpolymethylmethacrylate: PMMA）、ポリカーボネート（polycarbonate: PC）、スチレン樹脂（例えばstyrene-acrylonitrile resin: SAN）又はポリスチレン成形材料（例えばpolystyrene: PS）等を使用することができる。ただし、その合成樹脂の代わりに他の有機材料を使用してもよい。一般的に素材として用いられる光学ガラスの比重は略2.2～6.1の範囲内にあり、合成樹脂の場合には一般的にその比重は略1.05～1.4の範囲内にあ

り、例えば合成樹脂として光ディスク装置の対レンズ等で最も広く用いられているアクリル樹脂のPMMAの比重は略1.19である。従って、本例のように材料として合成樹脂を使用することにより第4レンズ群4を軽量化することができる。

【0014】更に、合成樹脂を材料とするプラスチックレンズは金型等を用いた成形加工により大量生産が可能であり製造コストを低減することができる。また、一般に合成樹脂を選定する際に留意すべき事項は、色収差、温度変化による屈折率変化及び熱膨張から生ずる焦点距離変化である。色収差を良好に補正するためには、負メニスカスレンズ41としてはアッペ数が比較的小さい材料が望まれ、正レンズ42としてはアッペ数が比較的大きい材料が望まれる。従って、d線に対するアッペ数を v_d とすると、それら2枚のレンズと共に合成樹脂より形成する場合には、負メニスカスレンズ41の材料としてポリカーボネート（ $v_d=31$ ）、スチレン樹脂のSAN（ $v_d=35$ ）又はポリスチレン成形材料のPS（ $v_d=31$ ）等を使用して正レンズ42としてアクリル樹脂のPMMA（ $v_d=57$ ）等を使用する組合せが望ましい。

【0015】また、合成樹脂は成形加工が容易且つ高精度にできるため、容易に高精度な非球面を形成することができる。そこで、本例では非球面を使用しているが、ズームレンズとしての仕様が厳しくないときには敢えて非球面を使用するまでもない。本例では、Kを円錐定数、yを光軸からの高さ、Zを光軸からの高さyにおける非球面上の点の非球面頂点の接平面からの距離、Rを近軸曲率半径、AD、AE、AF、AGを夫々4次～10次の非球面係数として、その非球面形状を次のように表す。

【数1】

$$Z = \frac{y^2/R}{1 + \sqrt{1 - (K+1)Y^2/R^2}} + AD \cdot y^4 + AE \cdot y^6 + AF \cdot y^8 + AG \cdot y^{10}$$

【0016】次に本発明の複数の数値実施例のレンズデータ、非球面データ及び可変データをそれぞれ示す。各数値実施例のレンズデータにおいては、物体側から像側に順に1番目（ $l=1, 2, 3, \dots$ ）の面の曲率半径及び1番目の面と（ $l+1$ ）番目の面との面間隔を夫々 R_l 及び D_l とする。また、その1番目の面と（ $l+1$ ）番目の面との間の媒質のd線の屈折率及びアッペ数を夫々 N_l 及び v_l として、その媒質が空気の場合の N_l 及び v_l は空欄とした。レンズデータにおいて、*を付した面は非球面であり、この面の曲率半径Rは近軸曲率半径を意味する。一方、各数値実施例の非球面データにおいて、Kは左欄に記載された面の円錐定数、AD、

AE, AF, AGはそれぞれ左欄に記載された面の4次～10次の非球面係数であり、これらの円錐定数及び非球面係数を数3に代入することにより非球面形状が定まる。

【0017】また、全ての数値実施例において共通に、ズームレンズの全体の焦点距離 f は10～60mm、 F 値は2.1～2.8、半画角 ω は23.2～4.1°である。また、広角ポジション($f=10.0$)、中間ポジション($f=30.3$)及び望遠ポジション($f=60.0$)における可変の間隔 $D1$ の値を可変データとして示す。

*

【0018】〔第1実施例〕本例は、図1の第4レンズ群4において、負メネスカスレンズ41と正レンズ42とを分離して配し、これら2枚のレンズを共に合成樹脂より形成したものである。そして、負メネスカスレンズ41の材質はポリカーボネート(PC)、正レンズ42の材質はアクリル樹脂のPMMAとしている。この例のレンズ構成図を図2に示し、広角ポジション($f=10.0$)、中間ポジション($f=30.3$)及び望遠ポジション($f=60.0$)における縦収差図をそれぞれ図3～図5に示す。

【0019】

A. レンズデータ

I	R I	D I	N I	νI
1	25.42	1.71	1.805	25.5
2	17.95	6.86	1.589	61.3
*3	-151.99	0.43 (可変)		
4	21.02	1.14	1.834	37.2
5	9.27	3.92		
6	-12.32	1.14	1.697	48.5
7	11.69	3.29	1.847	23.8
8	∞	24.00 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	15.08	4.29	1.589	61.3
*11	-21.86	4.01		
12	-24.16	1.14	1.847	23.8
13	83.03	7.73 (可変)		
*14	20.59	1.14	1.586	31(PC)
15	11.41	1.82		
*16	13.60	6.43	1.492	57(PMMA)
*17	-13.41	10.63 (可変)		
18	∞	8.29	1.517	64.2
19	∞			

【0020】

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.567×10^{-4}	-0.385×10^{-8}	-0.966×10^{-11}	0.301×10^{-14}
10面	0	-0.106×10^{-4}	-0.285×10^{-8}	-0.196×10^{-9}	0.144×10^{-9}
11面	0	0.656×10^{-4}	-0.143×10^{-8}	-0.387×10^{-9}	0.144×10^{-9}
14面	0	-0.390×10^{-4}	0	0	0
16面	0	-0.438×10^{-4}	0	0	0
17面	0	0.457×10^{-4}	0	0	0

【0021】

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	0.43	14.83	20.95
D8	24.00	9.59	3.48
D13	7.73	4.42	8.16
D17	10.63	13.94	10.20

【0022】〔第2実施例〕本例は、図1の第4レンズ群4において、負メネスカスレンズ41と正レンズ42

とを分離して配し、負メネスカスレンズ41を合成樹脂(具体的にはポリカーボネート(PC))より形成し、

正レンズ42を光学ガラスより形成したものである。この例のレンズ構成図を図6に示し、広角ポジション($f=10.0$)、中間ポジション($f=30.3$)及び望遠ポジション($f=60.0$)における縦収差図をそれぞれ図7~図9に示す。

A. レンズデータ

i	R i	D i	N i	νi
1	26.62	1.71	1.805	25.5
2	18.76	6.86	1.589	61.3
*3	-118.01	1.60 (可変)		
4	36.74	1.14	1.834	37.2
5	10.27	3.92		
6	-12.51	1.14	1.697	48.5
7	13.86	3.29	1.847	23.8
8	-83.08	22.11 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	14.98	4.29	1.589	61.3
*11	-25.69	5.31		
12	-23.71	1.14	1.847	23.8
13	43.96	7.77 (可変)		
*14	17.44	1.14	1.586	31 (PC)
15	13.24	0.97		
*16	13.50	6.43	1.517	64.2
*17	-14.80	10.86 (可変)		
18	∞	8.29	1.517	64.2
19	∞			

[0024]

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.494×10^{-6}	-0.286×10^{-8}	-0.778×10^{-11}	0.209×10^{-13}
10面	0	-0.105×10^{-6}	-0.238×10^{-8}	-0.282×10^{-11}	0.238×10^{-13}
11面	0	0.587×10^{-6}	-0.146×10^{-8}	-0.327×10^{-11}	0.277×10^{-13}
14面	0	-0.252×10^{-6}	0	0	0
16面	0	-0.526×10^{-6}	0	0	0
17面	0	0.717×10^{-6}	0	0	0

[0025]

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	1.60	15.88	22.85
D8	22.11	7.83	0.86
D13	7.77	4.11	7.91
D17	10.86	14.51	10.72

[0026] [第3実施例] 本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを分離して配し、負メニスカスレンズ41を光学ガラスより形成し、正レンズ42を合成樹脂(具体的にはアクリル樹脂のPMMA)より形成したものである。この例のレンズ構成図を図10に示し、広角ポジション($f=10.0$)、中間ポジション($f=30.3$)及び望遠ポジション($f=60.0$)における縦収差図をそれぞれ図11~図13に示す。

[0027]

A. レンズデータ

i	R i	D i	N i	νi
1	27.61	1.71	1.805	25.5
2	19.45	6.86	1.589	61.3
*3	-153.09	0.91 (可変)		

4	33.16	1.14	1.834	37.2
5	10.68	3.92		
6	-13.10	1.14	1.697	48.5
7	14.09	3.29	1.847	23.8
8	-106.24	23.39 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	14.31	4.29	1.589	61.3
*11	-26.27	5.35		
12	-23.19	1.14	1.847	23.8
13	35.08	8.88 (可変)		
*14	13.56	1.14	1.689	31.1
15	10.51	0.14		
*16	10.35	6.43	1.492	57(PMMA)
*17	-15.26	9.93 (可変)		
18	∞	8.29	1.517	64.2
19	∞			

[0028]

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.446×10^{-5}	-0.404×10^{-8}	0.499×10^{-11}	-0.920×10^{-14}
10面	0	-0.114×10^{-4}	-0.319×10^{-8}	0.440×10^{-9}	0.238×10^{-9}
11面	0	0.603×10^{-4}	-0.147×10^{-8}	0.222×10^{-9}	0.317×10^{-9}
14面	0	-0.874×10^{-5}	0	0	0
16面	0	-0.697×10^{-4}	0	0	0
17面	0	0.106×10^{-4}	0	0	0

[0029]

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	0.91	15.98	23.45
D8	23.39	8.32	0.86
D13	8.88	5.32	9.17
D17	9.93	13.49	9.64

【0030】 [第4実施例] 本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを接合し、負メニスカスレンズ41を合成樹脂（具体的にはポリカーボネート（PC））より形成し、正レンズ42を合成樹脂（具体的にはアクリル樹脂のPMMA）より形成したものである。この例のレンズ構成図を

図14に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における収差差図をそれぞれ図15～図17に示す。

[0031]

A. レンズデータ

	R1	D1	N1	$\nu 1$
1	27.48	1.71	1.805	25.5
2	19.24	6.86	1.589	61.3
*3	-156.54	1.89 (可変)		
4	38.88	1.14	1.834	37.2
5	10.50	3.92		
6	-12.50	1.14	1.697	48.5
7	14.37	3.29	1.847	23.8
8	-73.90	22.74 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	15.38	4.29	1.589	61.3

*11	-26.47	5.09		
12	-30.71	1.14	1.847	23.8
13	38.64	8.86 (可変)		
*14	14.07	1.14	1.586	31(PC)
*15	9.37	6.43	1.492	57(PMMA)
16	-17.11	10.02 (可変)		
17	∞	8.29	1.517	64.2
18	∞			

【0032】

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.422×10^{-4}	-0.210×10^{-8}	-0.699×10^{-11}	0.160×10^{-11}
10面	0	-0.101×10^{-4}	-0.295×10^{-8}	0.246×10^{-8}	0.203×10^{-8}
11面	0	0.585×10^{-4}	-0.212×10^{-8}	0.833×10^{-8}	0.265×10^{-8}
14面	0	-0.397×10^{-4}	-0.930×10^{-8}	-0.102×10^{-8}	0.710×10^{-10}
15面	0	-0.461×10^{-4}	-0.118×10^{-8}	-0.623×10^{-8}	-0.711×10^{-10}
16面	0	0.107×10^{-3}	-0.547×10^{-7}	0.201×10^{-8}	0.112×10^{-8}

【0033】

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	1.89	16.64	23.92
D8	22.74	7.99	0.71
D13	8.86	4.95	8.15
D16	10.02	13.93	10.74

【0034】【第5実施例】本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを接合し、負メニスカスレンズ41を合成樹脂（具体的にはポリカーボネート（PC））より形成し、正レンズ42を光学ガラスより形成したものである。この例の

レンズ構成図を図18に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における縦収差図をそれぞれ図19～図21に示す。

【0035】

A. レンズデータ

i	Ri	Di	Ni	ν_i
1	27.55	1.71	1.805	25.5
2	19.33	6.86	1.589	61.3
*3	-168.61	1.38 (可変)		
4	46.68	1.14	1.834	37.2
5	11.20	3.92		
6	-13.16	1.14	1.697	48.5
7	15.50	3.29	1.847	23.8
8	-68.40	23.24 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	16.28	4.29	1.589	61.3
*11	-34.23	5.38		
12	-41.79	1.14	1.847	23.8
13	47.63	8.43 (可変)		
*14	18.43	1.14	1.586	31(PC)
15	10.30	6.43	1.589	61.3
*16	-23.21	10.17 (可変)		
17	∞	8.29	1.517	64.2
18	∞			

【0036】

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.398×10^{-6}	-0.146×10^{-8}	-0.113×10^{-10}	0.283×10^{-11}
10面	0	0.915×10^{-6}	-0.229×10^{-8}	0.724×10^{-9}	0.185×10^{-9}
11面	0	0.649×10^{-6}	-0.589×10^{-7}	0.192×10^{-8}	0.325×10^{-9}
14面	0	-0.212×10^{-6}	0.524×10^{-7}	-0.258×10^{-8}	0.732×10^{-10}
16面	0	0.680×10^{-6}	-0.104×10^{-7}	-0.230×10^{-8}	0.860×10^{-10}

[0037]

C. 可変データ

	$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
D3	1.38	16.79	24.20
D8	23.24	7.84	0.43
D13	8.43	5.04	8.62
D16	10.17	13.57	9.98

[0038] [第6実施例] 本例は、図1の第4レンズ群4において、負メニスカスレンズ41と正レンズ42とを接合し、負メニスカスレンズ41を光学ガラスより形成し、正レンズ42を合成樹脂（具体的にはアクリル樹脂のPMMA）より形成したものである。この例のレンズ構成図を図22に示し、広角ポジション（ $f=10.0$ ）、中間ポジション（ $f=30.3$ ）及び望遠ポジション（ $f=60.0$ ）における縦収差図をそれぞれ図23～図25に示す。

[0039]

A. レンズデータ

i	Ri	Di	Ni	ν_i
1	27.01	1.71	1.805	25.5
2	18.92	6.86	1.589	61.3
*3	-158.70	1.62 (可変)		
4	34.09	1.14	1.834	37.2
5	10.35	3.92		
6	-12.32	1.14	1.697	48.5
7	13.92	3.29	1.847	23.8
8	-89.72	22.14 (可変)		
9	∞ (絞り)	0.57		
*10	16.78	4.29	1.589	61.3
*11	-27.46	5.66		
12	-19.43	1.14	1.847	23.8
13	642.89	8.28 (可変)		
*14	13.95	1.14	1.689	31.1
*15	9.32	6.43	1.492	57 (PMMA)
*16	-15.55	10.91 (可変)		
17	∞	8.29	1.517	64.2
18	∞			

[0040]

B. 非球面データ

	K	AD	AE	AF	AG
3面	0	0.441×10^{-6}	-0.220×10^{-8}	-0.925×10^{-11}	0.229×10^{-11}
10面	0	0.990×10^{-6}	-0.261×10^{-8}	0.532×10^{-9}	0.192×10^{-9}
11面	0	0.547×10^{-6}	-0.656×10^{-7}	0.336×10^{-8}	0.295×10^{-9}
14面	0	-0.469×10^{-6}	-0.133×10^{-8}	-0.207×10^{-9}	0.918×10^{-10}
15面	0	-0.627×10^{-6}	-0.164×10^{-8}	-0.943×10^{-9}	0.224×10^{-9}
16面	0	0.100×10^{-6}	0.216×10^{-8}	-0.255×10^{-9}	0.692×10^{-10}

[0041] C. 可変データ

$f=10.0$	$f=30.3$	$f=60.0$
----------	----------	----------

D3	1.62	16.04	23.33
D8	22.14	7.72	0.43
D13	8.28	4.27	7.57
D16	10.91	14.92	11.62

【0042】なお、本発明は上述実施例に限定されず本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【0043】

【発明の効果】本発明によれば、第4レンズ群が2枚のレンズより構成され、負メニスカスレンズの凹部に正レンズの凸部が収まる形になるので、その第4レンズ群ひいてはズームレンズ全体が小型化される利益がある。また、それら2枚のレンズの内の少なくとも1枚が有機材料により形成されているので、その第4レンズ群ひいてはズームレンズ全体が軽量化される利益がある。

【0044】また、その第4レンズ群は変倍時及び合焦時に動く部分であるため、この第4レンズ群が小型軽量化されることは、ズームレンズシステムの駆動部の小型化及び低消費電力化のみならず合焦時等における応答速度の高速化が達成されることをも意味する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるズームレンズの一実施例の光学系の基本構成を示すレンズ断面図である。

【図2】本発明の数値実施例の第1実施例のレンズ構成図である。

【図3】第1実施例の広角ポジションにおける収差図であり、eはe線、FはF線、dはd線、Sはサジタル面、Tはタンジェンシャル面の収差曲線である。

【図4】第1実施例の中間ポジションにおける収差図である。

【図5】第1実施例の望遠ポジションにおける収差図である。

【図6】数値実施例における第2実施例のレンズ構成図である。

【図7】第2実施例の広角ポジションにおける収差図である。

【図8】第2実施例の中間ポジションにおける収差図である。

【図9】第2実施例の望遠ポジションにおける収差図である。

【図10】数値実施例における第3実施例のレンズ構成図である。

* 【図11】第3実施例の広角ポジションにおける収差図である。

【図12】第3実施例の中間ポジションにおける収差図である。

【図13】第3実施例の望遠ポジションにおける収差図である。

【図14】数値実施例における第4実施例のレンズ構成図である。

【図15】第4実施例の広角ポジションにおける収差図である。

【図16】第4実施例の中間ポジションにおける収差図である。

【図17】第4実施例の望遠ポジションにおける収差図である。

【図18】数値実施例における第5実施例のレンズ構成図である。

【図19】第5実施例の広角ポジションにおける収差図である。

【図20】第5実施例の中間ポジションにおける収差図である。

【図21】第5実施例の望遠ポジションにおける収差図である。

【図22】数値実施例における第6実施例のレンズ構成図である。

【図23】第6実施例の広角ポジションにおける収差図である。

【図24】第6実施例の中間ポジションにおける収差図である。

【図25】第6実施例の望遠ポジションにおける収差図である。

【符号の説明】

- 1 第1レンズ群
- 2 第2レンズ群
- 3 第3レンズ群
- 4 第4レンズ群
- 7 ガラスブロック
- 41 負メニスカスレンズ
- 42 正レンズ

【手続補正書】

【提出日】平成4年8月12日

【手続補正1】

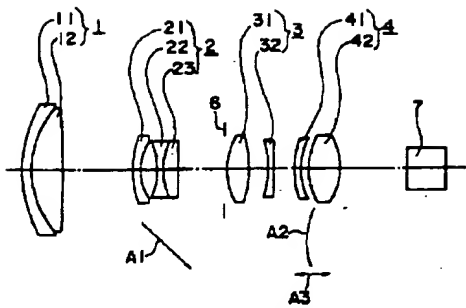
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

【補正方法】変更

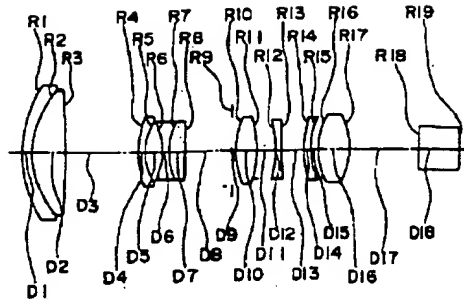
【補正内容】

【図1】



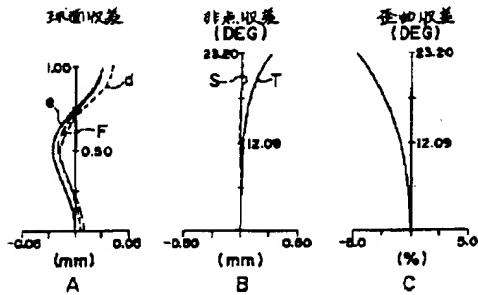
本発明の一実施例の光学系の基本構成

【図2】

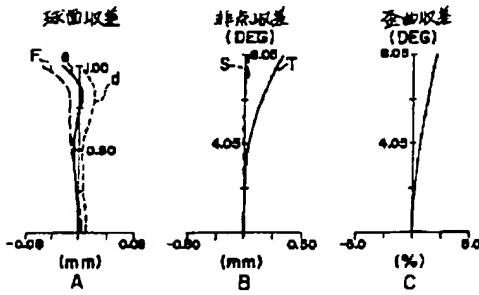


第1実施例のレンズ構成図

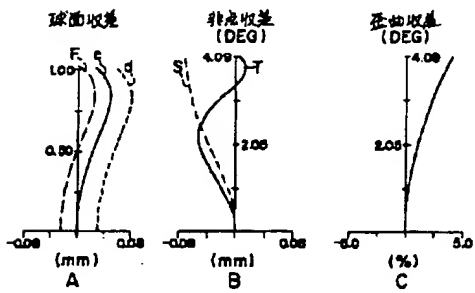
【図3】



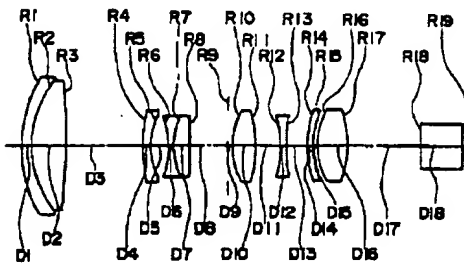
【図4】



【図5】

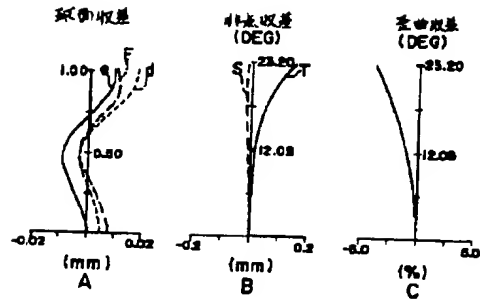


【図6】

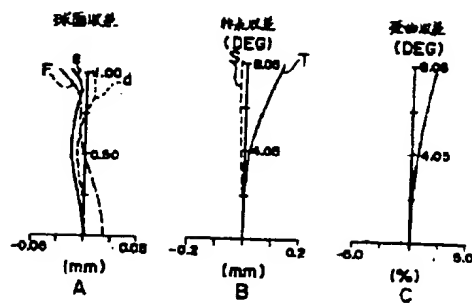


第2実施例のレンズ構成図

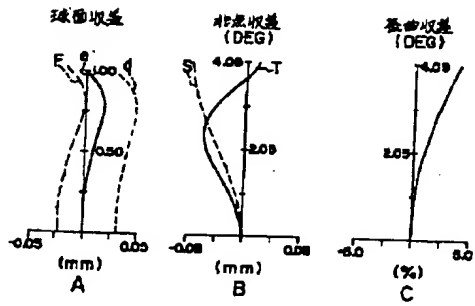
【図7】



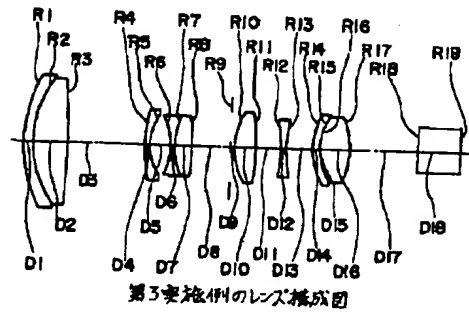
【図8】



【図9】

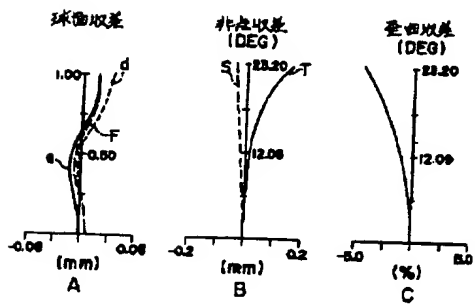


【図10】

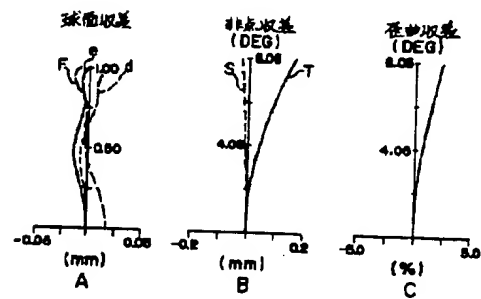


第3実施例のレンズ構成図

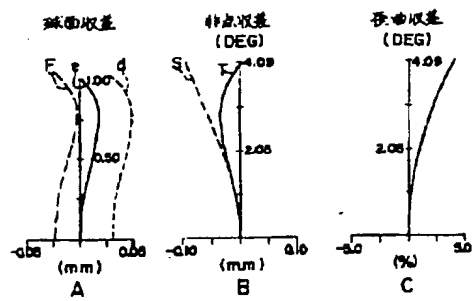
【図11】



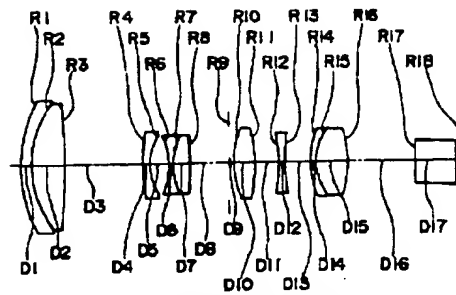
【図12】



【図13】

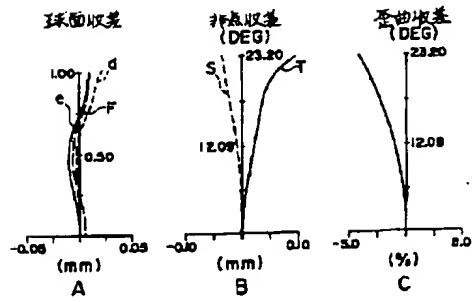


【図14】

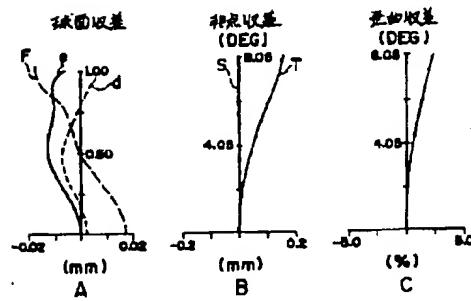


第4実施例のレンズ構成図

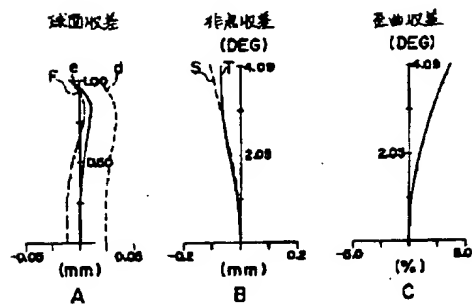
【図15】



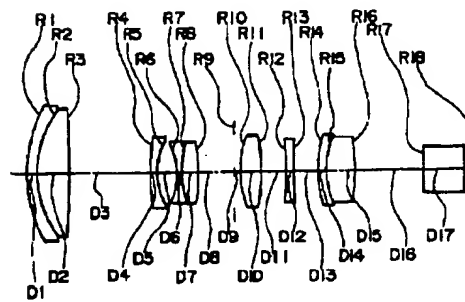
【図16】



【図17】

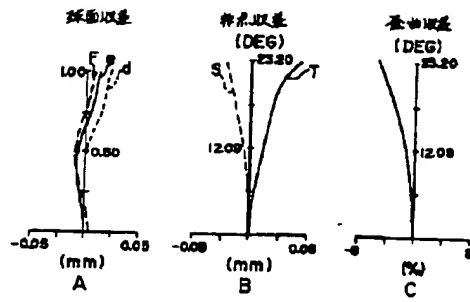


【図18】

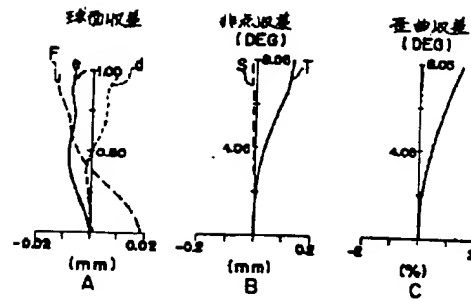


第5実施例のレンズ構成図

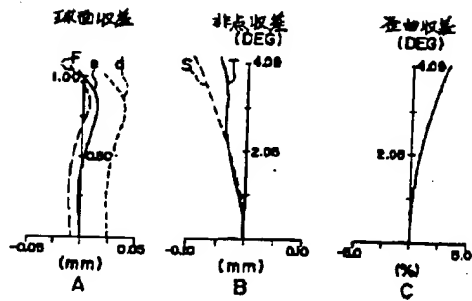
【図19】



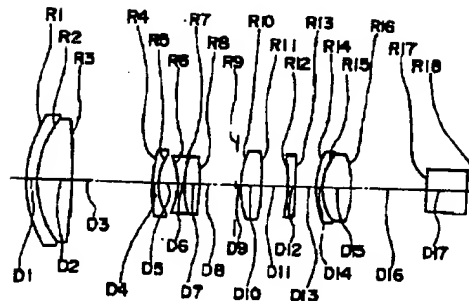
【図20】



【図21】

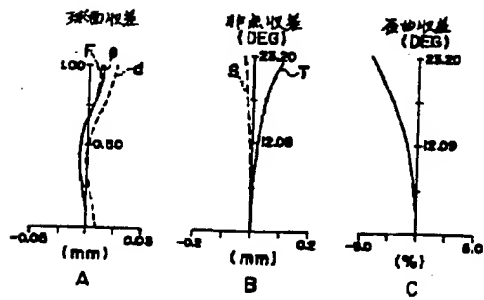


【図22】

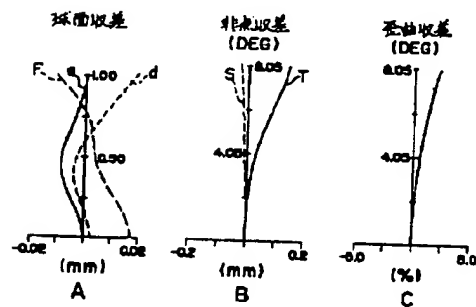


第6実施例のレンズ構成図

【図23】



【図24】



【図25】

